

Czochralski method in the presence of hydrogen. The single crystal is pulled at a hydrogen partial pressure of less than 3 mbar.

Preferred Features: The wafer is treated by oxidizing.

USE - Used as a substrate wafer.

ADVANTAGE - Empty site defects are eliminated.

Title Terms/Index Terms/Additional Words: SILICON; SEMICONDUCTOR; WAFER; SUBSTRATE; DOPE; SPECIFIED; CONCENTRATE; HYDROGEN

#### Class Codes

International Classification (Main): C30B-015/00, C30B-029/06, H01L-021/208, H01L-047/00

(Additional/Secondary): C30B-015/04, H01L-021/26, H01L-021/324

US Classification, Issued: 257001000, 117019000, 117013000, 117034000

File Segment: CPI; EPI

DWPI Class: L03; U11

Manual Codes (EPI/S-X): U11-B01; U11-B02X; U11-C02J4

Manual Codes (CPI/A-M): L04-B01; L04-B04

(19) 대한민국특허청 (KR)  
(12) 공개특허공보 (A)(51) 。 Int. Cl. 7  
H01L 21/208(11) 공개번호 특2001 - 0090002  
(43) 공개일자 2001년10월17일(21) 출원번호 10 - 2001 - 0014292  
(22) 출원일자 2001년03월20일

(30) 우선권주장 10014650.3 2000년03월24일 독일 (DE)

(71) 출원인 와커 실트로닉 게젤샤프트 푸르 할브라이테르마테리아리엔 아게  
게르트 켈러  
독일연방공화국 84489 버그하우센 요하네스 - 헤스 - 스트라세 24

(72) 발명자 아몬빌프리트본  
오스트리아아호아 - 5122호호부르그, 방하우센111  
슈물케류디거  
독일연방공화국데 - 84489부르그하우센, 빈드하거스트라세10  
다우브에리흐  
독일연방공화국데 - 84547에메르팅, 니콜라우스 - 레만 - 스트라세16a  
프레이크리스토프  
독일연방공화국데 - 84489부르그하우센, 릴리엔베그20

(74) 대리인 김선용  
박태경  
정우훈

심사청구 : 있음

## (54) 실리콘으로 제조된 반도체웨이퍼 및 반도체웨이퍼의제조방법

## 요약

본 발명은 수소로 도핑(dope)된 실리콘으로 제조된 반도체웨이퍼에 관한 것이다. 수소농도는  $5 \times 10^{16} \text{ atcm}^{-3}$  보다 적고  $1 \times 10^{12} \text{ atcm}^{-3}$  보다 크다. 또한 본 발명은 "초크랄스키" 방법을 사용하여 수소존재하에 용융물에서 견인된 단결정에서 반도체웨이퍼를 분리하여 실리콘에서 반도체웨이퍼를 제조하는 방법에 관한 것이다. 단결정의 견인시 수소의 부분적 압력은 3 mbar이하이다.

## 색인어

단결정, 실리콘, 반도체웨이퍼, 용융물, 공극

## 명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 "초크랄스키" 방법(Cz방법)을 사용하여 용융물에서 건인된 단결정으로부터 얻은 실리콘으로 제조된 반도체 웨이퍼에 관한 것이다.

이러한 형의 건인단결정 및 일반적으로 그 단결정에서 분리된 반도체웨이퍼는공극(void)으로 알려진 공백점 결함을 가진다. 전자부품의 제조시 이들 공백점의 응집이 문제를 일으킨다. 공지되어 있는 것은 1100℃이상의 온도에서 순수수소의 분위기하에 반도체웨이퍼를 템퍼링(tempering)하므로써, 그 결함은 적어도 표면에 근접한 반도체웨이퍼의 영역에서 제거된다는 것이다.

물질과학 및 공학잡지(Materials Science and Engineering V 36 (1996) 146)에 출간된 이. 이노(E. Iino)씨 등에 의해 실시된 조사에 의하면, 단결정이 Cz방법을 사용하여 건인될 때 수소의 존재는 공동(cavity)으로 알려진 이런 형의 결함을 단결정에 유도하게 되며, 이 공동이 단결정을 전자부품의 제조를 위한 기저물질로서 사용불가능하게 만든다.

본 발명의 목적은 실제로 공백점 결함의 문제점을 제거하는 것이다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 수소로 도핑된 실리콘으로 제조된 반도체웨이퍼에 관한 것이며, 이때 수소의 농도는  $5 \times 10^{16} \text{ atcm}^{-3}$  보다 적으며, 바람직하게는  $1 \times 10^{16} \text{ atcm}^{-3}$  보다 적으며, 특히 바람직하게는  $1 \times 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$  보다 적고, 그리고  $1 \times 10^{12} \text{ atcm}^{-3}$  보다 크다.

또한 본 발명은 "초크랄스키" 방법을 사용하여 수소의 존재하에, 용융물에서 건인된 단결정으로부터 반도체웨이퍼를 분리하여 반도체웨이퍼를 제조하는 방법에 관한 것이며, 이때 단결정은 3 mbar이하의 수소의 부분압력에서 건인된다.

공백점 결함이 단결정 및 상기 방법이 사용될 때 단결정에서 분리된 반도체웨이퍼내에 계속적으로 발생할지라도, 공동의 형성은, 이. 이노씨 등이 기술한 것같이, 관찰되지 않는다. 1 mbar이하의 수소의 부분압력이 특히 바람직하며, 수소가 소정의 농도에서 성장단결정에 균일하게 결합될 수 있도록, 수소의 부분압력은 단결정이 건인될 때 가능한 한 일정하게 유지되어야한다. 약간의 수소가 용융물에서 벗어나게 되는 것을 고려해야한다.

### 발명의 구성 및 작용

단결정이 소정의 농도에서 수소와 도핑되면, 공백점과 함께 수소는 성장결정이 냉각될 때 과포화된다. 공백점이 공극(미세공동)을 형성하기 위해 응집할 때, 수소는 형성하는 또는 형성된 공극에 들어간다. 중요한 것은, 수소와 침전물이 분리 형성되지 않고, 다만 수소가 공극에 결합되게 충분하도록 발생하는 과포화에 대하여 수소농도를 충분히 낮게 선택하는 것이다. 최적의 수소농도는 성장결정의 냉각율에 좌우되며, 계속 냉각시 공극내의 수소는 역시 과포화된 농도에 있는 산소가 공극의 내부표면을 산화시키는 것을 방해한다. 그러므로, 형성된 산화물층이 없으며, 그것은 다른 점에서는 단결정에서 얻은 반도체웨이퍼의 열처리에 의한 공극의 제거를 지연시키는 중요한 요소이다. 그러므로, 약 1200℃의 온도에서 또 다만 많아야 3%수소를 함유해야될 대기에서 60분간 반도체웨이퍼의 열처리는 전자부품이 공급되는 반도체물질의 영역에 있는 공백점 결함을 제거하기에 이미 충분하다.

어느 경우에도 반도체웨이퍼가 전자부품의 제조시 열거된 조건으로 되어야할 경우에는, 반도체웨이퍼의 열처리를 하지 않아도 되는 것이 편리하며, 다른 경우에는 본 발명에 의한 템퍼링과정이 실시되고, 수소 및 아르곤함유 분위기에서의 반도체웨이퍼의 열처리가 바람직하며, 또 아르곤 및 3%수소를 함유한 분위기에서의 열처리가 특히 바람직하다.

열처리의 온도 및 지속시간은 사용된 노(furnace)에 따라 이루어지며, 램프가열고속열어닐링로(단일 - 웨이퍼처리)의 경우의 바람직한 열처리에 있어서, 온도는 1150 ~ 1250℃이며, 또 60초까지의 처리지속시간에서는 30초가 선정되는 것이 바람직하다.

저항가열로를 사용시에는(배치처리), 1050 ~ 1200℃의 온도중 1100℃가 바람직하며, 또 60분의 처리지속시간중 30분이 바람직하게 선정된다. 각 경우에 본 발명은 관련된 안정문제와 일치하여 순수수소분위기에서 반도체웨이퍼의 텀퍼링이 없이 가능하게 되며, 또 텀퍼링지속시간을 크게 단축할 수 있다. 또한 열처리는 산화상태에 일어나며 또는 산화 텀퍼링처리와 결합된다.

또한, 공백점 결함이 그후에 비교적 용이하게 제거될 수 있도록 공백점 결함이 부피를 가능한 작게 하는 것이 효과적이며, 이것은 견인시 추가적으로 질소와 도핑되고 강제 냉각을 하게 되는 단결정에 의해 달성되는 것이 바람직하다. 적절한 질소농도는  $5 \times 10^{12}$  과  $5 \times 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$  간에 있으며, 적절한 도펀트(dopant)는  $\text{NH}_3$  또는 질소규소이며, 후자는 분말형태에서 용융물에 공급되며 또는 질소코팅 실리콘웨이퍼로서 공급되는 것이 바람직하다.

물로 바람직하게 냉각될 수 있는 열차폐는 단결정을 냉각하기 위하여 단결정주위에 배열된다.

예로서, 이와 같은 형의 장치는 유럽특허 EP 0 725 169 B1에 기록되었으며, 이때에 냉각은 막 성장한 단결정이 1050℃의 온도에서 900℃의 온도로 냉각하는 지속시간은 120분이하가 되도록 이루어지는 것이 바람직하다.

또한 본 발명에 의해 제조된 반도체웨이퍼는 특히 에피택시얼층이 용착된 기질웨이퍼로서 적합하다.

#### 발명의 효과

종전의 반도체웨이퍼 제조시에는 공백점 결함이 발생하여 전자부품 제조에는 문제점이 있었으나, 본 발명은 이 문제를 해결하기 위하여 수소의 도핑시, 수소의 밀도, 온도 및 압력 등을 조절하여 실리콘에서 반도체웨이퍼를 제조함으로써 공동결합의 발생을 사실상 제거할 수 있는 것이다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

수소로 도핑한 실리콘으로 제조된 반도체웨이퍼에 있어서, 수소의 밀도는  $5 \times 10^{16} \text{ atcm}^{-3}$  보다 낮고  $1 \times 10^{12} \text{ atcm}^{-3}$  보다 큰 것을 특징으로 하는 반도체웨이퍼.

##### 청구항 2.

초크랄스키(Cz)방법을 사용하여, 수소존재하에 용융물에서 견인된 단결정으로부터 반도체웨이퍼를 분리하여 실리콘에서 반도체웨이퍼를 제조하는 방법에 있어서, 단결정은 3 mbar이하의 수소부분압력에서 견인되는 것을 특징으로 하는 반도체웨이퍼를 제조하는 방법.

##### 청구항 3.

제 2항에 있어서, 단결정은 질소로 도핑되며 또 근본적으로는  $5 \times 10^{12} \sim 5 \times 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$  의 질소농도를 구비한 것을 특징으로 하는 반도체웨이퍼의 제조방법.

##### 청구항 4.

제 2항에 있어서, 냉각열차폐는 단결정주위에 배열되며, 또 단결정은 열차폐에 의해 냉각되며, 단결정이 1050℃의 온도에서 900℃의 온도로 냉각하는 지속시간은 120분이하에 달한 것을 특징으로 하는 반도체웨이퍼의 제조방법.

청구항 5.

제 2항에 있어서, 반도체웨이퍼는 3%이하 수소 및 아르곤을 함유한 분위기에서 열처리되는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼의 제조방법.

청구항 6.

제 2항에 있어서, 반도체웨이퍼는 산화처리되는 것을 특징으로 하는 반도체웨이퍼의 제조방법.